

**EMERSON FÁBIO DOS REIS**

**CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA NA  
REGIÃO SUL DO PARANÁ**

**CURITIBA  
2005**

**EMERSON FÁBIO DOS REIS**

**CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA NA  
REGIÃO SUL DO PARANÁ**

Dissertação apresentada no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Dr. Vismar da Costa Lima Neto

Co-orientadores: Dra. Cláudia Vieira Godoy  
Eng. Agr. Hailton E. Castanho  
Eng. Agr. Nilson G. Vicente

**CURITIBA  
2005**

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

EMERSON FÁBIO DOS REIS

CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA NA REGIÃO SUL DO PARANÁ

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências no Curso Pós-Graduação em Agronomia, áreas de concentração em Produção Vegetal, do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora;

Dr. Vismar da Costa Lima Neto  
Orientador – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, UFPR

Dr. David S. Jaccoud Filho  
Primeiro examinador – Departamento de Fitotecnia, UEPG

Dra. Lucimeris Ruaro Schuta  
Segundo examinador – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, UFPR

Curitiba, 12 de julho de 2005

### Dedico

A minha esposa Alessandra, pela compreensão, equilíbrio e amor depositados em mim.

Aos meus pais, Lúcia e Joaquim, que em todos os momentos pude contar com carinho, confiança e incentivo.

Aos meus irmãos, Lúcia, Edson e Madson, os quais consideram como o maior presente que meus pais me deram, são maravilhosos.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador professor Vismar da Costa Lima Neto, pela oportunidade de realizar este mestrado, pelos ensinamentos e amizade.

À minha co-orientadora Cláudia Vieira Godoy, pessoa grandiosa, ajudou-me em todos os momentos, aprendi muito com os seus ensinamentos e a sua contribuição foi valiosa para o resultado desse trabalho.

Ao Cleber Teixeira Rosa, ajudou-me ativamente nos trabalhos de campo, foi o meu braço direito na condução dos ensaios, minha sincera gratidão.

Ao co-orientador Hailton Castanho, acreditou no meu objetivo, e abriu as portas da Hokko do Brasil para que pudesse desempenhar os trabalhos de campo. Sou muito grato pelo seu apoio e participação.

Ao co-orientador Nilson Vicente, esteve participando ativamente dos trabalhos de campo, ajudando-me em todos os momentos.

Ao Carlos, gerente da cooperativa Bom Jesus de Palmeira-PR, pela valiosa contribuição nos trabalhos de campo.

A todos os colegas, professores e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná, pela amizade e ensinamentos.

A todos os colegas da Hokko do Brasil, pela amizade, ensinamentos, companheirismo e ajuda na execução dos experimentos a campo.

Aos professores David e Lucimeris, participantes da banca examinadora, através das suas valiosas contribuições realizadas na dissertação.

Agradeço toda a minha família que nunca mediram esforços para ajudar-me.

Ao meu grande conselheiro, irmão Madson, obrigado pelo carinho, ajuda e ensinamentos.

Agradeço a Deus pela minha existência e peço que Ele ilumine todos nós.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

EMERSON FÁBIO DOS REIS, filho de Joaquim Santos dos Reis e Maria Lúcia dos Reis, nasceu em Tupãssi, Estado do Paraná, em 22 de abril de 1975.

Iniciou em 1991 no Colégio Agropecuária Arlindo Ribeiro-CAEAR, recebendo o título de Técnico em Agropecuária em 1993, Ingressou na Universidade do Estado de Santa Catarina –UDESC, no curso de Agronomia, no segundo semestre do ano de 1994, na qual recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo no ano de 2000.

Fez diversos estágios na área agrônômica em cooperativas e empresas privadas. De 2000 a 2003, trabalhou na Cooperativa Coopervale, atuando como engenheiro agrônomo. Em março de 2003 iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, Concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

De setembro de 2003 a julho de 2004, trabalhou na Cooperativa Unicampo, atuando como engenheiro agrônomo, prestando serviços para a Hokko do Brasil. Em julho de 2004 foi efetivado pela Hokko do Brasil para atuar na área de Pesquisa e Desenvolvimento.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS .....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	3
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 AGENTE CAUSAL.....	4
2.2 HISTÓRICO DA DOENÇA.....	4
2.3 SINTOMATOLOGIA.....	5
2.4 CONTROLE.....	7
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
3.1 ENSAIOS CONDUZIDOS NA SAFRA 2003/04.....	12
3.1.1 Local.....	12
3.1.2 Cultivares.....	13
3.1.3 Ingredientes ativos, Épocas e Número de Aplicações.....	13
3.2 ENSAIOS CONDUZIDOS NA SAFRA 2004/05.....	14
3.2.1 Local.....	14
3.2.2 Cultivares.....	15
3.2.3 Ingredientes ativos, Épocas e Número de Aplicações.....	15
3.3 AVALIAÇÕES.....	15
3.3.1 Severidade.....	15
3.3.2 Desfolha.....	16
3.3.3 Componentes do rendimento.....	16
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>17</b>
4.1 ENSAIOS CONDUZIDOS NA SAFRA 2003/04.....	17
4.2 ENSAIOS CONDUZIDOS NA SAFRA 2004/05 .....	22
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Níveis médios de severidade da ferrugem asiática em soja e área abaixo da curva de progresso da doença medido em plantas submetidas à aplicação de fungicidas na cultivar BRS 133. Palmeira-PR, 2004.....	17
TABELA 2 – Produtividade de soja em kg/ha, peso de 1000 grãos (PMG) e desfolha (%) da cultivar BRS 133, safra 2003/04, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos, Palmeira-PR.....	18
TABELA 3 – Níveis médios de severidade da ferrugem asiática em soja e área abaixo da curva de progresso da doença medido em plantas submetidas à aplicação de fungicidas na cultivar CD 205. Palmeira-PR, 2004.....	19
TABELA 4 – Produtividade de soja em kg/ha, peso de 1000 grãos (PMG) e desfolha (%) da variedade CD 205, safra 2003/04, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos, Palmeira-PR.....	20
TABELA 5 – Níveis médios de severidade da ferrugem asiática em soja e área abaixo da curva de progresso de doença medido em plantas submetidas à aplicação de fungicidas na cultivar FT Abyara. Palmeira-PR, 2004.....	21
TABELA 6 – Produtividade de soja em kg/ha, peso de 1000 grãos (PMG) e desfolha (%) da cultivar FT Abyara, safra 2003/04, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos, Palmeira PR.....	22
TABELA 7 – Níveis médios de severidade da ferrugem asiática em soja e área abaixo da curva de progresso de ferrugem medido em plantas submetidas à aplicação de fungicidas na cultivar BR 16. Ponta Grossa-PR, 2005.....	23
TABELA 8 – Produtividade de soja em kg/ha, peso de mil grãos (PMG) e desfolha(%) em gramas da cultivar BR 16, safra 04/05, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos. Ponta Grossa-PR.....	23
TABELA 9 – Níveis médios de severidade da ferrugem asiática em soja e área abaixo da curva de progresso de ferrugem medido em plantas submetidas à aplicação de fungicidas na cultivar BR 16. Ponta Grossa-PR, 2005.....	24
TABELA 10 – Produtividade de soja em kg/ha e peso de mil grãos (PMG) em gramas da cultivar BR 16, safra 2004/05, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos. Ponta Grossa-PR.....	25



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Sintomatologia da ferrugem da soja.....	6
FIGURA 2 – Precipitação mensal (mm) no período dez/2004 a abr/2005.....	12
FIGURA 3 – Precipitação mensal (mm) e temperatura (°C) no período dez/2004 a abr/2005.....	24

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da <i>P. pachyrhizi</i> com diferentes princípios ativos, cultivar BRS 133, Palmeira-PR.....	32
ANEXO 2 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da <i>P. pachyrhizi</i> com diferentes princípios ativos, cultivar CD 205, Palmeira-PR.....	33
ANEXO 3 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da <i>P. pachyrhizi</i> com diferentes princípios ativos, cultivar FT <i>Abyra</i> , Palmeira – PR.....	34
ANEXO 4 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da <i>P. pachyrhizi</i> com diferentes princípios ativos, cultivar BR 16, Ponta Grossa, PR.....	35
ANEXO 5 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da <i>P. pachyrhizi</i> com diferentes princípios ativos, cultivar BR 16, Ponta Grossa, PR.....	36
ANEXO 6 – Área experimental, fase final do ciclo da soja, Palmeira-PR.....	37
ANEXO 7 – Momento da aplicação dos tratamentos.....	38
ANEXO 8 – Escala diagramática utilizada para avaliação da severidade da <i>P. pachyrhizi</i> ...	39
ANEXO 9 – Fungicidas e doses registradas para o controle da ferrugem da soja ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ). XXVI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. Ribeirão Preto, SP. 2004.....	40
ANEXO 10 - Estádios de desenvolvimento da soja.....	41

## RESUMO

As doenças foliares que incidem na cultura da soja constituem-se um dos principais fatores que limitam a obtenção de maiores rendimentos na cultura. A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é um problema recente no Brasil, podendo causar queda prematura das folhas e conseqüente redução de produtividade. Este trabalho teve como objetivo estudar o melhor momento de controle da doença. Três ensaios foram conduzidos em Palmeira, PR, e dois em Ponta Grossa, PR, avaliando diferentes princípios ativos de fungicidas e épocas de aplicação. Os experimentos em Palmeira foram realizados durante o período de novembro a maio de 2004, nas cultivares CD 205, BRS 133 e FT Abyara e, em Ponta Grossa, PR, durante o período de novembro a maio de 2005, na cultivar BR 16. Os ingredientes ativos (i.a.) testados foram: tetraconazole 125 EW 50 g i.a.ha<sup>-1</sup> e pyraclostrobin 66,5 g i.a.ha<sup>-1</sup> + epoxiconazole 25g i.a./ha. Foram comparadas aplicações únicas nos estádios V7 (com sintomas iniciais da doença), V8, V9, R1, R2 e R5.1 e duas aplicações nos estádios R2 e R5.1. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições e número variável de tratamentos em cada ensaio (9 tratamentos para a cultivar BRS 133; 7 para a CD 205; 13 para a FT Abyara e 3 para os dois ensaios com a BR 16), sendo cada repetição constituída por parcelas de 2 x 8 metros (16m<sup>2</sup>). Os tratamentos com tetraconazole 125EW e mistura de pyraclostrobin + epoxiconazole demonstraram efeito protetor e curativo da ferrugem da soja, apresentando resultados semelhantes no controle da doença. A aplicação única dos fungicidas tetraconazole 125 EW e pyraclostrobin + epoxiconazole mostrou maior eficiência quando realizadas com baixa severidade da doença.

**Palavras-chave:** *Phakopsora pachyrhizi*, doenças da soja, triazol e estrobilurina

## ABSTRACT

The soybean leaf diseases are one of the main factors that limit the maximum yield in the crop. The Asian soybean rust, caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi*, is a recent problem in Brazil and can cause premature defoliation with consequent yield losses. The objective of the present study was to evaluate the best time control for the soybean rust. Three trials were carried out in Palmeira, PR, and two in Ponta Grossa, PR, to evaluate different active ingredients of fungicide and the time of application. The trials in Palmeira were carried out from November to May 2004, with the cultivars CD 205, BRS 133 and FT Abyara, and in Ponta Grossa, from November to May 2005, in the cultivar BR 16. The active ingredients (a.i.) tested were: tetraconazole 125 EW 50 g a.i.ha<sup>-1</sup> and pyraclostrobin 66,5 g a.i.ha<sup>-1</sup> + epoxiconazole 25 g a.i.ha<sup>-1</sup>. Single applications in the development stage V7 (in the beginning of the rust symptoms), V8, V9, R1, R2 and R5.1 and two applications in the stage R2 and R5.1 were compared. The experimental design was randomized complete blocks with variable numbers of treatments per trial (9 treatments for the cultivar BRS 133; 7 for the CD; 13 for the FT Abyara and 3 for the two trials with BR 16), each replication with plots of 2 X 8 meters (16 m<sup>2</sup>). The treatments with tetraconazole and the mixture of pyraclostrobin + epoxiconazole showed a protective and curative effect, with similar results in the disease control. The single application with tetraconazole 125 EW and pyraclostrobin + epoxiconazole showed better efficiency when applied with low disease severity.

**Key – words:** *Phakopsora pachyrhizi*, soybean diseases, triazol and strobilurin

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é considerada a mais importante fonte de proteína e óleo vegetal no mundo, em função da qualidade e baixo custo de produção. O desenvolvimento de novas cultivares adaptadas aos trópicos e a geração de novas tecnologias contribuiu para que o Brasil aumentasse sua produção de soja. A partir da década de 70, ocorreu um salto definitivo na produção, passando de 906.073 ha na safra de 1968/69 para 8.774.023 ha na safra 1978/79, aumentando a produção para 15.155.804 ton. Esse crescimento foi responsável pelo desenvolvimento do sul do país, pelo surgimento de inúmeras cidades, fortalecimento do setor de serviços e desenvolvimento do cooperativismo. Resultando o crescimento da indústria de fertilizantes, sementes e defensivos, bem como a de máquinas e implementos agrícolas. Surgiu a indústria de esmagamento do grão para produção de óleo e farelo. Com a elaboração de rações, surgiu um grande incremento da avicultura e da suinocultura, com a instalação de inúmeros frigoríficos para o abate e industrialização de carne, embutidos e produtos afins. Por envolver tantos setores, o complexo soja é responsável pela movimentação de US\$ 35 a US\$ 45 bilhões. É na verdade, a cultura do desenvolvimento do Brasil (Anuário Brasileiro da Soja, 2000). A produtividade média da soja cresceu nas últimas décadas atingindo 2.343 kg/ha na safra 03/04, produzidas numa área de aproximadamente 21 mil hectares totalizando uma produção aproximada de 49.781 toneladas (Anuário Brasileiro da Soja, 2004). O que decorre especialmente da utilização de cultivares com alto potencial produtivo, do uso apropriado de insumos e da adoção de tecnologias modernas.

Na safra 03/04, o estado do Paraná apresentou-se como o segundo maior produtor de soja do Brasil, atrás do Mato Grosso do Sul. A sua produção foi de aproximadamente 10 milhões de toneladas com produtividade de 2600 kg/ha. No entanto, as áreas de produção estão principalmente concentradas nas regiões Norte, Oeste, Sul, Centro Oeste, Sudoeste e Nordeste do Brasil (Tecnologia, 2004).

Apesar do grande esforço e recursos investidos na pesquisa e assistência técnica a produtividade da soja esta muito aquém do potencial produtivo da cultura (3.600 kg/ha). Diversos fatores limitam os altos rendimentos no Brasil, dentre eles, as doenças que incidem na cultura. Aproximadamente 50 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas no Brasil. Esse número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas, como consequência da monocultura e com a introdução de novos patógenos (EMBRAPA, 1998).

O surgimento de uma nova doença, conhecida como ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd., no Paraguai e no Sul do Brasil, na safra 2000/01 (Yorinori et al. 2002b), fez com que o problema de doenças atingisse uma dimensão nunca antes enfrentada no continente Americano. Essa doença, relatada pela primeira vez no Japão em 1902, estava limitada geograficamente ao continente Asiático. A doença vem provocando perdas de produtividade em Taiwan, Tailândia, Indonésia, Filipinas e Vietnã, e em partes da China, Japão, Austrália, Coreia e Índia (Wrather et al, 1997). Somente no final dos anos 90 foi relatada na África, sendo identificada inicialmente em Uganda, Kenya e Ruanda. Em janeiro de 1998, foi identificada no Zimbábue causando danos que variaram de 60 a 80% em culturas comerciais. Em 1994 foi constatada no Hawaii, ficando no entanto restrita as ilhas (Killgore e Heu, 1994).

Duas espécies do gênero *Phakopsora* incidem na cultura da soja (Ono et al, 1992): *P. meibomiae* Arthur (Arthur) e *P. pachyrhizi*. *P. meibomiae* foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1979, em Minas Gerais, por Deslandes (1979), sendo inicialmente classificada em função do hospedeiro como *P. pachyrhizi*. Carvalho Júnior e Figueiredo (2000) constataram que até essa data a única espécie presente no Brasil era *P. meibomiae*, considerada espécie menos agressiva e de ocorrência endêmica, em regiões com temperaturas mais amenas.

A ferrugem causada por *Phakopsora pachyrhizi* foi constatada pela primeira vez no continente Americano no Sul do Paraguai, em março de 2001 e se encontrava disseminada por todas as regiões produtoras do Paraguai e regiões Sul (RS e PR), Sudeste (SP) e Central (GO, MS, MT) do Brasil ao final da safra 2001/02. No Brasil (2001/02) as perdas médias de rendimento variaram de 25-30% no Rio Grande do Sul, Chapadão do Céu (GO) e Alto Taquari (MT). Lavouras com histórico de 3.300 Kg/ha tiveram sua produtividade reduzida para 840 kg/ha (Yorinori e Lazzarotto, 2004).

O controle químico tem sido a medida de controle mais viável em outros países onde essa doença ocorre. Devido a recente introdução da doença no Brasil existe uma ausência de informações em relação à época ideal de aplicação, à eficiência dos produtos e número de aplicações necessárias para um controle econômico. Em Zimbábue, na África, em função da dificuldade de se identificar a doença nos sintomas iniciais, as recomendações são feitas através de calendário fixo, sendo recomendadas três aplicações, iniciando no florescimento e se repetindo em intervalos de 21 dias, em áreas de alta severidade e duas aplicações, iniciando no florescimento e repetindo em 21 dias, para áreas de baixa severidade (Levy, 2005). Essa metodologia de controle parte do pressuposto da presença constante do inóculo e condições climáticas sempre favoráveis para o desenvolvimento de epidemias.

Em consequência, faz-se necessário desenvolver métodos de controle que minimizem os prejuízos e, que ao mesmo tempo, apresentem resultados satisfatórios. Um método de controle químico, economicamente viável e ambientalmente correto, é a utilização de fungicidas que apresentem características desejáveis, especialmente aquelas associadas a amplo espectro de ação, baixa toxicidade, eficiente poder curativo e maior período residual.

## 1.1 OBJETIVOS

Geral: estudar a eficiência de diferentes princípios ativos no controle da ferrugem, utilizando diferentes épocas e número de aplicações.

Específicos: avaliar a severidade da ferrugem asiática, desfolha da soja e componentes do rendimento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 AGENTE CAUSAL

A ferrugem da soja é causada pelo fungo pertencente ao gênero *Phakopsora*, filo Basidiomycota, classe Urediniomycetes, ordem Uredinales e família *Phakopsoraceae*. É um parasita biotrófico e doença policíclica. Duas espécies do gênero *Phakopsora* são descritas causando ferrugem na soja. *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. e *P. meibomiae* (Arthur) Arthur.

Até 1992 toda ferrugem encontrada na soja era atribuída à espécie *P. pachyrhizi* uma vez que não havia estudos mostrando incidência de *P. meibomiae* na cultura da soja. Somente após o trabalho realizado por Ono et al. (1992) é que se constatou a existência das duas espécies na cultura da soja. A diferenciação das espécies foi realizada por meio de análise morfológica de teliosporos de amostras herborizadas procedentes de diferentes países. As principais diferenças entre as duas espécies estão nos teliosporos: *Phakopsora pachyrhizi* possui teliosporos organizados em duas a sete camadas, as paredes dos esporos são marrons amarelo pálidas, com espessura mais ou menos uniforme de 1mm ou apenas levemente engrossadas acima e, com até 3mm de espessura nas células das camadas apicais. *P. meibomiae* apresenta teliosporos organizados em uma a quatro camadas, raramente cinco, os esporos tem paredes de coloração canela a castanho claras, com 1,5 a 2,0 mm de espessura, mas com células da camada apical com espessura de até 6mm (Carvalho Junior e Figueiredo, 2000).

Atualmente a diferenciação pode ser realizada a partir de amostra de DNA através de diferenças na região do ITS (Frederick et al., 2002).

### 2.2 HISTÓRICO DA DOENÇA

O primeiro relato foi em 1902 no Japão descrita como *Uredo sojae* Henn. (1903). Em 1914 foi descrita em diversos países do continente asiático como uma epidemia severa ocorrendo no sudoeste asiático (Bromfield, 1981).

Na década de 1990 foi relatada no continente Africano (Levy, 2005) e em 2001 na América do Sul, no Paraguai e Brasil (Yorinori et al., 2002c). Em novembro de 2004 foi relatada ao final da safra no sul dos Estados Unidos.

No Brasil o primeiro relato de ferrugem em soja foi feito em 1979, no município de



Lavras, MG (Deslandes, 1979). No entanto, em função do desconhecimento da existência de duas espécies de *Phakopsora*, o relato foi feito erroneamente como *P. pachyrhizi*. Somente em 1992 com o trabalho de Ono et al. ficou evidenciada a presença de duas espécies de *Phakopsora*: *Phakopsora pachyrhizi* proveniente da região Austroasiana e hoje denominada ferrugem asiática, *Phakopsora meibomiae* proveniente do Novo Mundo, conhecida como ferrugem americana.

A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) foi identificada no Brasil pela primeira vez no final da safra 2000/01. Na safra 2001/02, encontrava-se disseminada nas principais regiões produtoras, causando perdas na ordem de 112.000 T ou US\$ 24,70 milhões (Yorinori et al., 2002c).

Os primeiros relatos da ocorrência do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, na atual epidemia da ferrugem da soja no Brasil, foram de dois trabalhos de detecção da doença no Paraná, realizados por Yorinori et al. (2002) “Epidemia de Ferrugem da Soja no Paraguai e na Costa Oeste do Paraná” e o outro, por Jaccoud Filho et al. (2001) “Ocorrência da Ferrugem da Soja na Região dos Campos Gerais do Paraná”, ambos apresentados na XXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, realizada na cidade de Londrina no mês de agosto de 2001.

A *P. meibomiae*, causadora da ferrugem americana, ocorre em regiões de temperaturas mais amenas e raramente causa danos econômicos; *P. pachyrhizi*, foi recentemente introduzida no Brasil e seus danos em outros países onde ocorre a mais tempo são mais acentuados, podendo causar reduções de até 80% na produtividade (Sinclair e Hartman, 1999).

A incidência da ferrugem da soja (*P. pachyrhizi* ou *P. meibomiae*), já vinha sendo observada em lavouras da região dos Campos Gerais do Paraná, desde a safra de 1998 por Jaccoud Filho et al, (2001), sem se saber, no entanto, qual a espécie que estava ocorrendo. Nessa época, pôde-se observar que em lavouras no estágio de enchimento de grãos, algumas plantas apresentavam um amarelecimento precoce das folhas da soja e posteriormente a sua queda, em contraste com o verde normal das folhas de outras plantas.

## 2.3 SINTOMATOLOGIA

Os sintomas iniciais da doença são pequenas lesões foliares, de coloração castanha a marrom-escura. Na face inferior da folha pode-se observar uma ou mais urédias que se rompem, liberando os uredósporos. As lesões tendem para o formato angular e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro, podendo aparecer nos pecíolos, vagens e caules (Sinclair e Hartman, 1999). Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e enchimento de vagens e o peso final dos grãos (Yang et al., 1991).

As lesões podem se apresentar de cor castanha (TAN) a marrom-avermelhada (Reddish brow - RB), e manchas com uma a muitas urédias (pústulas), que encerram os uredósporos. São mais abundantes nas folhas, principalmente na face abaxial. Com a evolução da doença ocorre o amarelecimento e queda precoce das folhas, impedindo a completa formação dos grãos. No Brasil (2001/02), as perdas de rendimento variaram de 30% a 75%. Lavouras severamente atingidas tiveram reduções de rendimento de 55 a 60 sacos/ha para 14 a 15 sacos/ha (Yorinori, 2002b).

Verifica-se na Figura 1 a sintomatologia da doença em folha ( face superior e inferior) de soja.

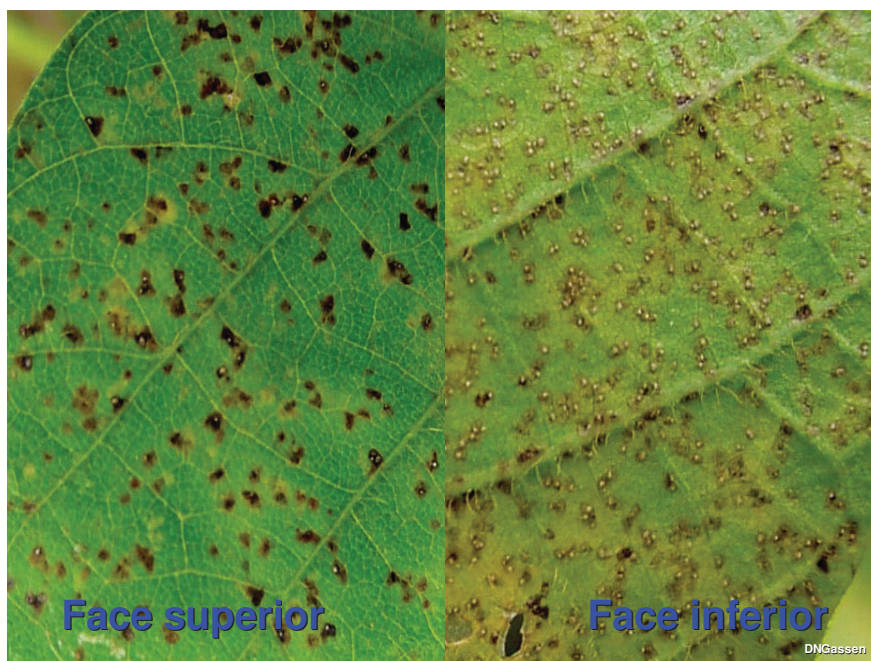


Figura 1 - Sintomatologia da ferrugem da soja

Fonte: Ono et al, 1992.

## 2.4 CONTROLE

O fato de a ferrugem asiática ser de ocorrência recente e ainda haver limitada disponibilidade de informações sobre a influência climática nas distintas regiões de cultivo da soja, torna-se difícil fazer uma recomendação genérica de controle que amplamente satisfaça os produtores (Tecnologia, 2004).

Não é possível elaborar uma receita que atenda a todas as regiões que apresentam distintas condições climáticas, cultivo de soja na entressafra sob irrigação, existência de plantas guaxas de soja (nas lavouras ou margens das estradas) ou plantas hospedeiras susceptíveis, como Kudzu (*P. lobata*). O que se sabe é que períodos contínuos de molhamento das folhas acima de seis horas, por chuva ou orvalho e temperaturas diárias variando de 15°C - 30°C, favorecem o desenvolvimento da doença (Bromfield, 1984; Marchetti et al. 1976). Embora as plantas sejam infectadas em todas as fases de desenvolvimento, desde a fase cotiledonar à pré maturação de colheita. A evolução da doença é mais lenta em cultivares mais tardias do que em cultivares precoces. Todavia, a severidade em um mesmo estágio, em plantas de diferentes ciclos, cultivadas no mesmo ambiente, poderá ser a mesma (Tchaz et al., 1985). A evolução da doença é mais lenta na fase vegetativa, atingindo o pico na fase de enchimento das vagens (Yorinori, 2002b).

Com base nas informações disponíveis até o momento, e como medidas gerais de controle da ferrugem, devem ser adotadas estratégias combinadas de manejo cultural, utilização racional de fungicidas e cultivares resistentes ("tolerantes"), caracterizando o manejo integrado da doença, sempre buscando mantê-la abaixo do nível de dano econômico, minimizando os efeitos deletérios ao ambiente (Hoffmann, 2003).

Segundo Andrade e Andrade (2002), nos estados e municípios onde a ferrugem foi constatada na safra 2001/02, as seguintes estratégias de manejo podem ser adotadas: aumentar a área de rotação com milho ou algodão (nos cerrados), evitando-se perdas pela doença; semear cultivares mais precoces, concentrando os plantios no início da época de semeadura indicada para cada região; evitar a semeadura em várias épocas e cultivares tardios, pois a soja semeada mais tardiamente (ou de ciclo longo) irá sofrer mais danos por receber a carga de esporos do fungo multiplicada nos primeiros plantios; reduzir as perdas na colheita e eliminar as plantas guaxas que multiplicam o fungo durante a entressafra, permitindo o desenvolvimento de nova(s) raça(s).

O controle da ferrugem pode ser obtido através da destruição de hospedeiros secundários para reduzir o inóculo para a próxima safra de soja. O aumento dos teores de fósforo no solo pode reduzir a incidência da doença. Cultivares de ciclo precoce podem apresentar menor dano, já que tendem a completar o ciclo antes que o nível de inóculo seja

epidêmico. Por outro lado, plantios no final da época recomendada tendem a apresentar maior dano devido ao fato de completarem o ciclo sob elevada pressão de inóculo (Balardin, 2003). Manejo da ferrugem em hospedeiros alternativos, época de semeadura das lavouras e grupo de maturação das cultivares de soja são estratégias que podem auxiliar na eficácia de controle químico. (Balardin, 2003)

O controle da ferrugem da soja exige a combinação de várias estratégias, principalmente a rotação de culturas, a fim de evitar perdas no controle da doença. Por ser uma enfermidade nova e de grande impacto sobre o rendimento, diversos estudos estão em andamento na busca de informações. A resistência genética das cultivares atualmente em uso, e/ou em vias de lançamento, assim como a eficiência relativa de fungicidas, principalmente quanto ao número e frequência de aplicações, em função da época de semeadura e do clima, são as principais linhas de pesquisa nas diferentes regiões de cultivo da soja no Brasil (Yorinori et al, 2002b).

A obtenção de cultivar de soja resistente a ferrugem asiática tem sido um desafio para pesquisa. Genes dominantes para resistência, denominados *Rpp1* a *Rpp4*, identificados em introduções de plantas (PI's) e cultivares são relatados na literatura (Bromfield e Hartwig, 1980; Hartwig, 1986; McLean e Byth, 1980). No entanto, a estabilidade dessa resistência é duvidosa, devido à grande variabilidade do patógeno. Dezoito raças foram identificadas em amostras coletadas em plantas de soja e hospedeiros selvagens no Japão (Yamaoka et al, 2002). Estudos realizados em Taiwan mostraram a existência de pelo menos uma raça, contendo três genes de virulência (Bromfield, 1981). No Brasil, estudos realizados pela Embrapa Soja identificaram 11 cultivares com resistência à ferrugem (Yorinori et al, 2002d), sendo essa resistência quebrada rapidamente com isolado do fungo proveniente do Mato Grosso. Das quatro fontes de resistência já descritas na literatura, apenas aquelas com os genes *Rpp2* e *Rpp4* permanecem resistentes à ferrugem no Brasil (Arias et al, 2004).

Para atenuar os danos ocasionados pela doença, o monitoramento têm sido fundamental para detecção do patógeno logo no princípio e o controle químico efetuado o quanto antes (Andrade e Andrade, 2002). Quando a doença já está instalada, o controle químico é, até o momento, a principal forma de medida de controle. A Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul (2002) elaborou indicações de fungicidas para combater a ferrugem, baseadas em testes de eficácia.

Atualmente o controle químico é o método de maior eficácia e que tem propiciado resultados satisfatórios sob quaisquer condições de pressão do inóculo (Balardin, 2003). Os fungicidas têm sua eficácia muito reduzida quando aplicados após o estabelecimento da ferrugem (Forcelini, 2003). Resultados obtidos por Andrade e Andrade (2002), no controle

químico da ferrugem asiática, mostraram que um atraso de sete dias na aplicação do fungicida (após a detecção da doença), já foi suficiente para um aumento na desfolha de 82%, em relação às parcelas submetidas ao tratamento fungicida efetuado quando do aparecimento da doença. Quando esse atraso no início da pulverização foi de 14 dias, a desfolha aumentou em 155%.

De acordo com Godoy e Yorinori (2003), havendo condições climáticas para desenvolvimento da ferrugem, deve-se adotar alguns procedimentos básicos como: nos primeiros plantios aplicar fungicida entre o início da granação e meia granação; à medida que a semeadura for atrasada, antecipar gradualmente a aplicação de fungicidas para os estádios entre R3 (final de floração) e R 5.1 (início da formação dos grãos). Dependendo das condições climáticas durante a safra (chuvas regulares e/ou abundante formação de orvalho), assim como do momento em que for aplicado fungicida, pode haver necessidade de repetir as aplicações uma ou duas vezes.

Para Hoffmann (2003), ainda não existe no Brasil um critério com base científica para iniciar o controle da ferrugem asiática. A aplicação preventiva deve ser adotada caso ocorra a ferrugem na região e as condições climáticas estejam favoráveis ao desenvolvimento da doença. Porém, o mais importante é monitorar a lavoura para diagnosticar a ferrugem precocemente e obter controle satisfatório. Segundo os autores, as aplicações com fungicidas a partir dos estádios R5.5 e R6 não têm originado incremento de rendimento, apesar de trazer benefícios à qualidade das sementes (germinação, vigor e menor incidência do fungo). O sucesso da tecnologia de aplicação dos fungicidas deve estar baseado na eficácia do produto, assim como do momento e qualidade da aplicação, visando obtenção de máximo efeito fungitóxico.

Para definir a real necessidade do controle por meio de aplicação de fungicidas é necessário realizar um monitoramento da lavoura, observando se há ocorrência da doença nas folhas mais velhas e verificando o histórico de ocorrências nas regiões próximas. (Godoy e Yorinori, 2003).

Em estudos conduzidos em campo e casa de vegetação, constata-se que os fungicidas do grupo triazóis e estrobilurinas, registrados para o controle de oídio e outras doenças que aparecem no final de ciclo da cultura são eficientes no controle da ferrugem, sendo sua inclusão no registro obtida em novembro de 2002. A utilização de fungicidas pode ser vista como medida de controle para minimizar os danos em curto prazo.

Os trabalhos disponíveis na literatura sobre controle químico da ferrugem são limitados aos testes de eficiência, e os fungicidas registrados para controle da ferrugem da soja encontram-se agrupados quanto à eficiência por meio de resultados de uma rede de ensaios (Godoy, 2005), apresentado no anexo 11. Estudos sobre época de aplicação, nas

condições brasileiras são escassos devido à recente introdução da doença.

Segundo Godoy e Canteri (2004) os princípios ativos tebuconazole, difenoconazole, azoxystrobin e pyraclostrobin + epoxiconazole reduziram a infecção quando aplicados na ausência de sintomas, durante o período de incubação da ferrugem. No entanto, nenhum dos produtos avaliados impediu o desenvolvimento da doença, atuando de forma erradicante. Todos os produtos reduziram a severidade da doença e a viabilidade dos uredósporos.

Todavia, faz-se necessário o conhecimento da possibilidade de vulnerabilidade de ingredientes ativos ao surgimento de raças resistentes do patógeno.

Os mecanismos de resistência a fungicidas estão frequentemente relacionados com os mecanismos de ação dos produtos. Por isso, poucos casos de resistência ocorreram com os fungicidas protetores, que inibem diversos sítios do metabolismo dos patógenos. Os problemas de resistência surgiram e se intensificaram com a descoberta e utilização de fungicidas com modo de ação específico. Tornou-se mais fácil o desenvolvimento de linhagens resistentes, visto que com alterações em poucos genes, tais linhagens poderiam sobreviver mesmo com a aplicação do produto. Para fungicidas inibidores de múltiplos sítios, um número muito maior de alterações é necessário, dificultando o desenvolvimento da resistência.

Segundo Ghini e kimati (2000), o conhecimento detalhado do mecanismo de resistência e da ação do fungicida fornece as bases para a recomendação de medidas práticas numa estratégia anti-resistência, já que tais mecanismos determinam a adaptabilidade da linhagem resistente. Esse conhecimento também pode fornecer subsídios para o início de um programa de pesquisa visando ao descobrimento de novos fungicidas.

O mecanismo de resistência dos fungos aos fungicidas pode ser explicado, em parte, devido a trocas nas células fúngicas, de tal modo que o fungicida não atinja o sítio de ação.

Isto pode acontecer devido a decréscimos na permeabilidade da membrana do protoplasma, ou ao aumento da capacidade do fungo de desintoxicar o fungicida (conversão em compostos não tóxicos). Quando o produto químico atinge o sítio de ação, a resistência pode surgir devido ao decréscimo da afinidade pelo local de ação ao fungicida, ou a outros tipos de mudança no metabolismo dos fungos, resultando numa compensação do efeito inibido do sítio bloqueado.

Em síntese, a aquisição de resistência de um organismo a um produto químico é um fato comprovado que varia grandemente com os diferentes grupos de fungicidas, com o mecanismo de resistência e o tipo de organismo.

A adoção de uma estratégia anti-resistência deve ser feita antes que ocorra o problema, pois uma vez que a população do patógeno se tornou resistente, a única

possibilidade de controle reside na aplicação de um outro fungicida com diferente mecanismo de ação, ou um método não químico de controle. Por esse motivo, as empresas têm considerado o problema da resistência desde a seleção de novas moléculas, tendo como critério as informações sobre o risco do grupo a que pertence o produto (Dekker, 1995). A forma de lançamento no mercado, incluindo o registro e a recomendação de uso, e o acompanhamento do produto também são etapas fundamentais.



### 3 METODOLOGIA

As atividades de pesquisa foram desenvolvidas abrangendo o período entre dezembro de 2003 e maio 2005. Os trabalhos foram conduzidos em condição de campo em Palmeira, safra 2003/04, na realização de três ensaios e, Ponta Grossa, safra 2004/05, na realização de dois ensaios. A Embrapa participou da elaboração do projeto e a empresa Hokko do Brasil ajudou com o patrocínio.

Para o manejo da cultura da soja sob condições de campo foram usadas as recomendações técnicas geradas pela pesquisa (Tecnologias, 2002). Elas indicam as práticas de manejo que devem ser adotadas durante o desenvolvimento da cultura para a obtenção de alto rendimento de grãos. Os preparos do solo foram realizados através do método de semeadura direta.

#### 3.1 ENSAIOS CONDUZIDOS NA SAFRA 2003/04

##### 3.1.1 Local

Os experimentos foram conduzidos a campo em área comercial, do produtor André Budzak no município de Palmeira-PR, região sul do Estado, com altitude média de 890 m sobre o nível do mar (Anexo 6). Os dados de precipitação mensal (mm) foram coletados na Estação Meteorológica da Cooperativa Bom Jesus situada no Município de Palmeira, PR, no período de dezembro de 2003 a abril de 2004 (Figura 2).

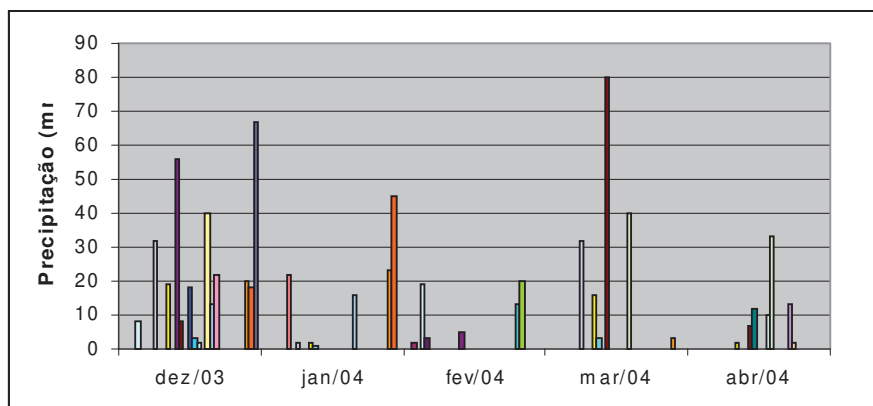


FIGURA 2 – Precipitação mensal (mm) no período dez/2003 a abr/ 2004.  
Fonte: Estação Meteorológica Cooperativa Bom Jesus, Palmeira, PR (2004)



Não foi possível a obtenção da temperatura, devido o município de Palmeira não dispor de nenhuma instituição pública ou privada que dispusesse de equipamento para registrá-las.

Os experimentos foram instalados em solo tipo Cambissolo Distrófico Argilo Arenoso, com relevo suave ondulado.

### 3.1.2 Cultivares

A semeadura foi realizada no período de novembro a dezembro/2003, seguindo as normas do zoneamento agrícola para a região. A densidade de plantio foi fixada em aproximadamente 300 mil plantas/ha (14 sementes/metro e espaçamentos de 45 cm entre linhas).

Foram utilizadas as cultivares CD 205, de ciclo médio (atinge a maturação entre 126 a 137 dias), semeada em 5/11/2003; BRS 133, de ciclo semiprecoce (atinge a maturação entre 116 a 125 dias), semeada em 25/11/2003 e FT Abyara, de ciclo médio (atinge a maturação entre 126 a 137 dias), semeada em 8/12/2003. Estas cultivares foram escolhidas devido à presença visível do inóculo do patógeno. Entretanto, estas cultivares apresentam suscetibilidade a ferrugem da soja. Observa-se no anexo 12, os estádios de desenvolvimento da soja.

### 3.1.3 Ingredientes ativos, Épocas e Número de Aplicações

Os ingredientes ativos (i.a.) testados foram: tetraconazole 125 EW 50 g de i.a. ha<sup>-1</sup> e pyraclostrobin 66,5 g de i.a. ha<sup>-1</sup> + epoxiconazole 25 g de i.a. ha<sup>-1</sup>.

Descrição dos produtos usados, nome comercial: Eminent; nome comum: tetraconazole; grupo químico: triazol, classe: fungicida sistêmico; concentração 125 g. l<sup>-1</sup>; formulação EW; classe toxicológica: III. Atua inibindo a biossíntese de ergosterol dos fungos, componente fundamental da membrana celular e responsável pelo crescimento miceliano.

Nome comercial: Opera; nome comum: pyraclostrobin + epoxiconazole; classe: fungicida sistêmico; grupo químico: estrobilurinas e triazol, concentração 183 (133 + 50, respectivamente) g. l<sup>-1</sup>; formulação: SE; classe toxicológica II. O pyraclostrobin inibe o transporte de elétrons nas mitocôndrias do fungo, no complexo do citocromo bc1, indisponibilizando oxigênio para a célula. Esta ação interfere na formação de ATP, que é a energia das células do fungo e, assim, suas funções vitais. O epoxiconazole inibe a

biossíntese de ergosterol dos fungos, componente fundamental na membrana celular e responsável pelo crescimento miceliano.

Na cultivar BRS 133 foram comparadas aplicações nos estádios V7 (com sintomas iniciais da doença), V9, R5.1 e duas aplicações nos estádios R2 e R5.1 (Anexo 1). Para a cultivar CD 205 foram comparadas aplicações nos estádios R1, R5.1 e duas aplicações no estádio R2 e R5.1 (Anexo 2). Na cultivar FT Abyara, foram comparadas aplicações nos estádios V8, R2, R5.1, duas aplicações nos estádios V8 e R2 e, três aplicações nos estádios V8, R2 e R5.1 (Anexo 3). Os estádios fenológicos referem-se a descrição de Fehr<sup>1</sup>; Caviness (1981). Os produtos foram aplicados utilizando-se pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, numa vazão de 200 L/ha (Anexo 7).

### 3.2 ENSAIOS CONDUZIDOS NA SAFRA 2004/05

#### 3.2.1 Local

Os experimentos foram conduzidos a campo, na Fazenda Escola “Capão da Onça” da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa, PR, região sul do Estado, com altitude média de 950 m sobre o nível do mar. Os dados de precipitação mensal (mm) foram coletados na Estação Meteorológica da Universidade Estadual de Ponta Grossa e as temperaturas foram coletadas na Estação Meteorológica do IAPAR no Município de Ponta Grossa, PR, no período de dezembro de 2004 a abril de 2005 (Figura 3).

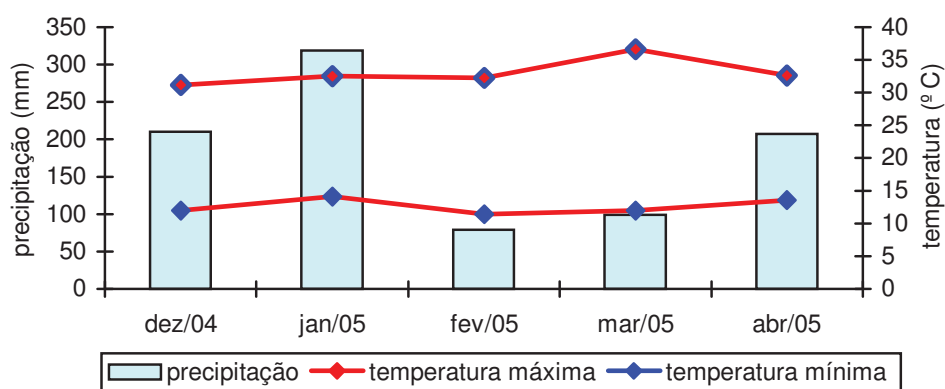


FIGURA 3 – Precipitação mensal (mm) e temperatura (° C) no período dez/2004 a abr/2005. Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Estadual de Ponta Grossa e IAPAR, Ponta Grossa, PR. (2005)

Os experimentos foram realizados em solo tipo Cambissolo Distrófico de textura argilosa, no ano de 2004.

### 3.2.2 Cultivares

A semeadura foi realizada no período de novembro de 2004, seguindo as normas do zoneamento agrícola para a região, a densidade de plantio foi fixada em aproximadamente 300 mil plantas/ha (14 sementes/metro e espaçamentos de 45 cm entre linhas).

Foi utilizada a cultivar BR 16, de ciclo semiprecoce (atinge a maturação entre 116 a 125 dias), semeada em 3/11/2004 e 15/11/2004. A escolha da cultivar BR 16 foi devido a presença do patógeno na planta. Os estádios de desenvolvimento da soja estão descritos no anexo 10.

### 3.2.3 Ingredientes ativos, Épocas e Número de Aplicações

Descrição dos produtos usados, nome comercial: Eminent; nome comum: tetraconazole; grupo químico: triazol, classe: fungicida sistêmico; concentração 125 g. l<sup>-1</sup>; formulação EW; classe toxicológica: III. Nome comercial: Opera; nome comum: pyraclostrobin + epoxiconazole; classe: fungicida sistêmico; grupo químico: estrobilurinas e triazol, concentração 183 (133 + 50, respectivamente) g. l<sup>-1</sup>; formulação: SE; classe toxicológica II.

Os ingredientes ativos (i.a.) testados foram: tetraconazole 125 EW 50 g de i.a. ha<sup>-1</sup> e pyraclostrobin 66,5 g de i.a. ha<sup>-1</sup> + epoxiconazole 25 g de i.a. ha<sup>-1</sup>. Foram comparadas duas aplicações nos estádios R2 e R5.1 (com sintomas iniciais da doença) conforme expostos no Anexo 4 e 5. Os produtos foram aplicados utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, numa vazão de 200 l.ha<sup>-1</sup> (Anexo 7).

## 3.3 AVALIAÇÕES

### 3.3.1 Severidade

A severidade foi obtida pela estimativa visual dos folíolos principais de 10 plantas em cada parcela, considerando toda a planta (terço superior, médio e inferior). As

avaliações foram realizadas em intervalos semanais após a primeira aplicação. Foi adotada a escala diagramática da ferrugem da soja. (Godoy e Canteri, no prelo) para a avaliação da porcentagem da área lesionada pelo fungo (Anexo 8).

### 3.3.2 Desfolha

Foi avaliada no estágio R7 (início da maturação) através de uma nota visual de porcentagem de desfolha entre os tratamentos.

### 3.3.3 Componentes do rendimento

A colheita foi realizada nos 5 m<sup>2</sup> centrais de cada parcela, estimando a produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) e peso de 1000 sementes (PMS). As umidades das amostras foram uniformizadas para 13%, de acordo com as normas da XXV Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil.

## 3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos foram dispostos segundo o delineamento experimental em blocos ao acaso com nove tratamentos e quatro repetições, variedade BRS 133; 10 tratamentos e quatro repetições, variedade CD 205; 13 tratamentos e quatro repetições, variedade FT Abyara; 3 tratamentos e 4 repetições, variedade BR 16 e 3 tratamentos e quatro repetições para a variedade BR 16. Cada unidade experimental apresentou área total de 16 m<sup>2</sup> (2 x 8 metros). Utilizou-se a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para representar a severidade da doença. Os resultados foram submetidos à análise de variância através do teste F, e no caso de se constatar diferenças significativas das médias dos tratamentos, as mesmas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa ARM7 para o levantamento estatístico dos resultados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ENSAIOS CONDUZIDOS NA SAFRA 2003/04

Pode-se observar que todas as cultivares apresentaram suscetibilidade ao fungo *P. pachyrhizi* e a utilização da pulverização com fungicidas do grupo dos triazóis e a mistura de estrobilurina+triazol influenciaram significativamente na redução da doença, conforme Tabelas 1, 3 e 5.

Para a cultivar BRS 133, a severidade máxima observada na testemunha foi de 11,25 (Tabela 1) em R5.3. A baixa precipitação pluviométrica (Fig. 2) após a constatação dos sintomas iniciais, provavelmente não permitiu o desenvolvimento da doença.

A análise da área abaixo da curva de progresso de ferrugem evidencia os tratamentos tetraconazole 125 EW e Pyraclostrobin + epoxiconazole quando aplicados no estágio V7, sintomas iniciais da ferrugem, favorecendo controle mais eficiente da doença (Tabela 1).

TABELA 1 – Níveis médios de severidade da ferrugem asiática em soja e área abaixo da curva de progresso da doença medido em plantas submetidas à aplicação de fungicidas na cultivar BRS 133. Palmeira-PR, 2004.

Tratamento	Avaliação				AACPD	
	Aplicação <sup>1</sup>	Prévia	21 DAA*	29 DAA*	41 DAA*	Média
Testemunha	-	0,16 a	5,25 cde	10,00 a	11,25 a	245,35 a
Tetraconazole 125 EW	V7	0,25 a	4,18 e	5,88 d	6,38 d	159,40 e
Tetraconazole 125 EW	V9	0,19 a	4,75 de	6,88 bcd	7,38 cd	183,50 cde
Tetraconazole 125 EW	R2 e R5.1	0,17 a	6,33 bc	6,55 cd	7,25 cd	202,40 bcd
Tetraconazole 125EW	R5.1	0,24 a	8,00 a	10,00 a	10,63 a	260,10 a
Pyraclostrobin+ epoxiconazole	V7	0,19 a	4,98 de	6,00 d	6,88 cd	175,40 de
Pyraclostrobin+ epoxiconazole	V9	0,17 a	5,60 cd	6,93 bcd	7,70 bcd	198,00 bcde
Pyraclostrobin+ epoxiconazole	R2 e R5.1	0,27 a	6,43 bc	7,63 bc	8,25 bc	220,80 abc
Pyraclostrobin+ epoxiconazole	R5.1	0,22 a	6,93 bcd	8,13 b	9,00 b	237,60 ab
CV (%)		49,16	11,09	9,83	9,08	7,92

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Estádio fenológico

\* DAA = dias após a primeira aplicação.

Observa-se que apesar de um controle mais eficiente da ferrugem da soja através da aplicação de fungicida no estágio fenológico V7 da cultura e redução da desfolha, não

proporcionou diferença significativa no rendimento da cultura, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 2). No entanto, foram observadas diferença de produtividade de 948 kg. ha<sup>-1</sup> quando comparado a aplicação do tetraconazole 125 EW no estágio V7 e a testemunha.

TABELA 2 – Produtividade de soja em kg.ha<sup>-1</sup>, peso de 1000 grãos (PMG) e desfolha (%) da cultivar BRS 133, safra 2003/04, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos, Palmeira-PR.

Tratamento	Aplicação <sup>1</sup>	Desfolha* (%)	PMG (gramas)	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	-	83,75 a	175,50 a	3558 a
Tetraconazole 125 EW	V7	71,00 de	174,50 a	4506 a
Tetraconazole 125 EW	V9	70,00 e	177,75 a	3648 a
Tetraconazole 125 EW	R2 e R5.1	72,00 d	178,00 a	3988 a
Tetraconazole 125 EW	R5.1	73,75 c	168,00 a	4044 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	V7	70,75 de	172,00 a	4222 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	V9	71,75 d	172,25 a	3871 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2 e R5.1	66,75 f	170,75 a	3743 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R5.1	75,00 b	168,75 a	4099 a
CV (%)		1,15	6,37	10,60

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Estádio fenológico

\* Avaliação realizada no estágio R7 da cultura.

Na cultivar CD 205, elevado nível de severidade foi observado em R5.3, chegando a testemunha a 62% de severidade (Tabela 3). Observou-se na avaliação prévia uma severidade de 12%, assim caracterizando uma situação de elevado potencial de inóculo.

A primeira área com a presença da ferrugem da soja na região de Palmeira, safra 2003/04, refere-se ao ensaio apresentado na Tabela 3 e 4. Verifica-se que o controle químico é menos eficiente na redução da doença quando o fungo está presente na planta em elevada severidade. As aplicações realizadas no estágio fenológico R1 (início do florescimento) apresentaram melhor eficiência no controle do patógeno, sendo a severidade estatisticamente inferior a testemunha sem controle, para os dois produtos avaliados. A medida que se atrasou o controle, a severidade da doença nos tratamentos foi semelhante a testemunha sem aplicação, independente do produto utilizado (Tabela 3).

A integralização das quatro avaliações de severidade da ferrugem (Tabela 3) totalizou AACPD de 734,7 nas plantas testemunha. Enquanto os tratamentos realizados em R1 proporcionaram redução do progresso da doença. Acredita-se que através da aplicação de fungicida com um índice menor de severidade, ocorreria uma redução mais significativa do progresso da doença.

Durante o período de maior precipitação, meses de dezembro/2003, janeiro e março/2004 (Figura 2) verificou-se que a evolução da doença foi mais pronunciada na fase

vegetativa da cultura. Entretanto, a aplicação somente foi realizada no estágio fenológico R1 da cultura, apresentando 12% de severidade (Tabela 3).

TABELA 3 – Níveis médios de severidade da ferrugem asiática em soja e área abaixo da curva de progresso da doença medido em plantas submetidas à aplicação de fungicidas na cultivar CD 205. Palmeira-PR, 2004.

Tratamento	Avaliação					AACPD
	Aplicação <sup>1</sup>	Prévia	9 DAA*	22 DAA*	29 DAA*	Média
Testemunha	-	12 a	19,25 a	23,00 a	62,00 a	734,7 a
Tetraconazole 125 EW	R1	12 a	16,00 ab	13,75 bc	41,50 b	512,7 bc
Tetraconazole 125 EW	R2 e R5.1	12 a	17,00 ab	17,00 ab	63,75 a	634,1 ab
Tetraconazole 125 EW	R5.1	12 a	21,25 a	22,00 a	52,50 ab	691,5 a
Pyraclostrobin+ epoxiconazole	R1	12 a	14,25 b	10,75 b	38,75 b	453,8 c
Pyraclostrobin+ epoxiconazole	R2 e R5.1	12 a	21,25 a	17,50 ab	65,25 a	691,1 a
Pyraclostrobin+ epoxiconazole	R5.1	12 a	21,50 a	23,00 a	54,75 ab	712,1 a
CV (%)		0,0	14,44	16,58	16,06	10,28

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Estádio fenológico.

\* DAA = dias após a primeira aplicação.

Não foi observada diferença estatística na produtividade utilizando os diferentes ingredientes ativos, em aplicação única e duas aplicações, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 4). Os tratamentos iniciados em 16/01/2004 no início de florescimento (R1) e florescimento pleno (R2) apresentaram produtividade estatisticamente superior a testemunha. A aplicação iniciada em 15/02/2004 no início da formação de grãos (R5.1), quando a doença já estava estabelecida, mostrou produtividade semelhante a testemunha sem controle.

Foi observado redução de desfolha e aumento significativo do rendimento nos tratamentos com os ingredientes ativos tetraconazole 125 EW e *pyraclostrobin + epoxiconazole* nas primeiras aplicações na situação de elevada severidade da doença, em R1 (Tabela 4). Acredita-se que tal acontecimento, não esteja ocorrendo em virtude do estágio fenológico da planta, mas sim, ao fato do momento da aplicação em detrimento ao nível de severidade. Pois, a medida que a aplicação foi adiada para R2 ou R5.1, verificou-se aumento significativo da doença. Sendo assim, com uma aplicação de fungicida a uma severidade abaixo de 12%, acredita-se na obtenção de melhores resultados.

A diferença de produtividade observada na soja com uma aplicação em R1 foi de 1175 kg.ha<sup>-1</sup> para o tratamento *pyraclostrobin + epoxyconazole* e 1155 kg.ha<sup>-1</sup> para o tratamento tetraconazole 125 EW quando comparados a testemunha.

Os resultados mostram que dificilmente será possível estabelecer um limiar de dano econômico, baseado em severidade de doença para ferrugem da soja, uma vez que diversas variáveis influenciam o desenvolvimento da doença. No ensaio em Palmeira (Tabela 4) pôde-se observar que, em condições favoráveis para a doença, o limiar de dano é muito baixo, devendo a aplicação ser realizada no aparecimento dos primeiros sintomas da ferrugem.

TABELA 4 – Produtividade de soja em kg.ha<sup>-1</sup>, peso de 1000 grãos (PMG) e desfolha (%) da variedade CD 205, safra 2003/04, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos, Palmeira-PR.

Tratamento	Aplicação <sup>1</sup>	Desfolha*(%)	PMG (gramas)	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	-	90,50 a	130,00 b	1664 b
Tetraconazole 125 EW	R1	70,25 d	145,00 a	2819 a
Tetraconazole 125 EW	R2+R5.1	75,00 c	145,75 a	2617 a
Tetraconazole 125 EW	R5.1	82,25 b	140,50 a	2137 ab
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R1	68,50 d	145,25 a	2839 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2+R5.1	74,00 c	145,00 a	2709 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R5.1	81,75 b	139,25 a	2018 ab
CV (%)		1,76	2,61	18,27

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Estádio fenológico

\* Avaliação realizada no estágio R7 da cultura.

No ensaio conduzido em Palmeira, safra 2003/04, cultivar FT Abyara (Tabela 5) observou-se baixa severidade da doença, provavelmente devido à baixa precipitação ocorrida nos meses de fevereiro e março de 2004, ao controle químico realizado nas áreas adjacentes (favorecendo a redução de potencial do inoculo do patógeno) e aos tratamentos culturais realizados para a eliminação de plantas de Kudzu (*Pueraria lobata*), hospedeira alternativa de ferrugem da soja. Os tratamentos com fungicidas não responderam significativamente a redução do inóculo do patógeno de *P. pachyhrizi* em relação ao aumento do número de aplicações. Assim sendo, nessas condições experimentais, não seria necessária a realização de mais de uma pulverização.

A área abaixo da curva de progresso da ferrugem, mostra a baixa evolução do progresso da doença na cultivar FT Abyara ao longo do tempo, média de quatro avaliações de severidade (Tabela 5).

A cultivar FT Abyara teve o seu desenvolvimento atrasado devido ao veranico ocorrido no mês de fevereiro, possivelmente, pode-se explicar a baixa evolução da doença (Tabela 5).



TABELA 5 – Níveis médios de severidade da ferrugem asiática em soja e área abaixo da curva de progresso de doença medido em plantas submetidas à aplicação de fungicidas na cultivar FT Abyara. Palmeira-PR, 2004.

Tratamento	Avaliação					AACPD
	Aplicação <sup>1</sup>	Prévia	8 DAA*	23 DAA*	30 DAA*	
Testemunha	-	0,18 a	0,35 b	0,40 b	0,55 ab	11,07 ab
Tetraconazole 125 EW	V8	0,08 c	0,10 cd	0,10 d	0,13 d	2,80 c
Tetraconazole 125 EW	V8 e R2	0,08 c	0,10 cd	0,10 d	0,15 d	3,10 c
Tetraconazole 125 EW	V8 e R2 e R5.1	0,19 c	0,48 a	0,55 a	0,58 a	14,52 ab
Tetraconazole 125 EW	R2	0,06 c	0,10 cd	0,15 cd	0,20 d	3,52 bc
Tetraconazole 125 EW	R2 e R5.1	0,08 c	0,13 cd	0,18 cd	0,20 d	9,22 abc
Tetraconazole 125 EW	R5.1	0,11 bc	0,43 ab	0,20 cd	0,43 bc	7,3 abc
Pyraclostrobin+epoxiconazole	V8	0,11 bc	0,20 c	0,28 c	0,40 c	7,65 abc
Pyraclostrobin+epoxiconazole	V8 e R2	0,06 c	0,05 d	0,18 cd	0,23 d	3,87 bc
Pyraclostrobin+epoxiconazole	V8 e R2 e R5.1	0,08 c	0,05 d	0,10 d	0,13 d	2,80 c
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2	0,08 c	0,03 d	0,08 d	0,10 d	2,27 c
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2 e R5.1	0,13 bc	0,15 cd	0,15 cd	0,18 d	4,50 bc
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R5.1	0,15 ab	0,15 cd	0,23 cd	0,50 abc	6,47 bc
CV (%)		25,81	32,21	30,88	23,79	50,82

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Estádio fenológico

\* DAA = dias após a primeira aplicação.

Na cultivar FT Abyara, não foi observada diferença estatística na produtividade entre os tratamentos realizados (Tabela 6). O aumento do número de aplicação não favoreceu a redução da desfolha e aumento de rendimento, quando comparado ao tratamento com aplicação isolada em V8. A área tratada com os fungicidas tetraconazole 125 EW e pyraclostrobin + epoxiconazole proporcionaram um incremento na produtividade de 671 e 280 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, quando comparado a testemunha.

A porcentagem de desfolha foi maior na testemunha quando comparado aos demais tratamentos, porém, não ocorreu aumento de rendimento.

TABELA 6 – Produtividade de soja em  $\text{kg.ha}^{-1}$ , peso de 1000 grãos (PMG) e desfolha (%) da cultivar FT Abyara, safra 2003/04, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos, Palmeira-PR.

Tratamento	Aplicação	Desfolha*(%)	PMG (gramas)	Produtividade ( $\text{kg.ha}^{-1}$ )
Testemunha	-	72,50 a	165,5 bc	2529 a
Tetraconazole 125 EW	V8	50,00 cd	172,0 abc	3200 a
Tetraconazole 125 EW	V8 e R2	46,25 cd	174,5 ab	3010 a
Tetraconazole 125 EW	V8 e R2 e R5.1	47,50 cd	176,2 ab	2862 a
Tetraconazole 125 EW	R2	42,50 d	178,0 a	2934 a
Tetraconazole 125 EW	R2 e R5.1	50,00 cd	179,5 a	3202 a
Tetraconazole 125 EW	R5.1	60,00 b	170,0 abc	2714 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	V8	47,50 cd	162,5 c	2809 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	V8 e R2	46,25 cd	171,2 abc	3126 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	V8 e R2 e R5.1	52,50 c	173,7 ab	2731 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2	58,75 b	177,2 a	2680 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2 e R5.1	57,50 b	176,5 ab	2915 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R5.1	61,25 b	179,2 a	3106 a
CV (%)		6,44	2,85	11,82

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* Avaliação realizada no estágio R7 da cultura.

Os resultados obtidos nestes experimentos, da evolução da severidade, através da adoção do controle químico em diferentes estádios fenológicos da planta e com interação pluviométrica proporcionou uma melhor interpretação dos resultados e, conseqüentemente, do comportamento da ferrugem da soja.

Em condições ótimas de temperatura, modelos com quantidade de chuva e o número de dias com chuva, tem sido estudados na previsão da severidade da ferrugem (Yujun, 1986), mostrando a importância da precipitação no processo epidêmico da ferrugem.

#### 4.2 ENSAIOS CONDUZIDOS NA SAFRA 2004/05

Nos ensaios realizados na safra 2004/05, observou-se que em ambas as situações os tratamentos com controle químico reduziram a severidade da ferrugem da soja. Com a padronização da época de aplicação dos fungicidas, conforme a recomendação de muitas empresas de fungicidas, verificou-se que tanto o tetraconazole 125 EW quanto a mistura de pyraclostrobin + epoxiconazole apresentaram controles similares da doença (Tabela 7 e 9).

Em Ponta Grossa, apesar da diferença estatística na severidade observada entre os tratamentos testemunha, tetraconazole 125 EW e pyraclostrobin + epoxiconazole, a partir de 19 dias após a primeira aplicação, os níveis de severidade foram baixos, tendo sido a severidade máxima observada na testemunha de 2,4 % (Tabela 7). Tal fato, pode estar relacionado com a baixa precipitação pluviométrica ocorrida no mês de fevereiro/2005 e

temperatura oscilando de 11,4°C a 32,2° C (Figura 2), caracterizando condições desfavoráveis ao desenvolvimento do fungo, tendo em vista que a infecção da soja por *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem Asiática, é favorecida por temperaturas entre 15 e 30°C e um período de molhamento foliar acima de 6 horas (Bromfield, 1980; Marchetti et al. 1976).

A avaliação da área abaixo da curva de progresso da doença mostrou a baixa evolução do patógeno durante o ciclo da cultura (Tabela 7).

TABELA 7 – Níveis médios de severidade da ferrugem asiática em soja e área abaixo da curva de progresso de ferrugem medido em plantas submetidas à aplicação de fungicidas na cultivar BR 16. Ponta Grossa-PR, 2005.

Tratamento	Avaliação					AACPD
	Aplicação <sup>1</sup>	Prévia	19DAA*	30 DAA*	40 DAA*	Média
Testemunha	-	0,2 a	1,20 a	1,05 a	2,40 a	40,60 a
Tetraconazole 125 EW	R2 e R5.1	0,2 a	0,59 b	0,63 b	1,34 b	24,65 b
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2 e R5.1	0,2 a	0,64 b	0,71 b	1,48 b	27,27 b
CV (%)		0,00	43,52	22,33	6,69	14,26

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Estádio fenológico.

\* DAA = dias após a primeira aplicação.

Mesmo com a redução de desfolha, não foi observado aumento significativo do rendimento nos tratamentos com os ingredientes ativos tetraconazole 125 EW e pyraclostrobin + epoxiconazole nas duas aplicações, nos estádios de R2 e R5.1 da soja (Tabela 8). Devido a ocorrência de uma chuva de granizo ter atingido este ensaio durante o estágio R8 da planta, os dados de produtividade foram influenciados, pois, estimava-se maior rendimento da cultura.

TABELA 8 – Produtividade de soja em kg.ha<sup>-1</sup>, peso de mil grãos (PMG) e desfolha(%) em gramas da cultivar BR 16, safra 04/05, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos. Ponta Grossa-PR.

Tratamento	Aplicação	Desfolha*(%)	PMG (gramas)	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	-	85,50 a	139 a	1849 a
Tetraconazole 125 EW	R2 e R5.1	69,75 b	195 a	2368 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2 e R5.1	74,50 ab	194 a	2259 a
CV (%)		8,79	26,12	12,56

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* Avaliação realizada no estágio R7 da cultura.

Para tanto, foi constatado comportamento semelhante a safra anterior, pois no ensaio em que coincidiu o mês de janeiro/2005 o início da fase reprodutiva (R1), que apresentou elevada precipitação pluviométrica (Figura 3), observou-se maior pressão do patógeno na cultura, chegando a 27% de severidade na testemunha (Tabela 9). Entretanto,

no mês de janeiro, a temperatura oscilou de 14,1°C a 32,5°C (Figura 2), mesmo atingindo temperatura acima do ideal para o desenvolvimento do patógeno, verificou-se uma elevação da severidade do mesmo. Sendo assim, observou-se que a disponibilidade de umidade é um fator primordial para a ocorrência da doença e a temperatura poderá oscilar pouco acima ou abaixo das condições ideais desejadas pelo fungo.

Pode-se observar que a utilização dos tratamentos químicos favoreceram a redução da evolução da ferrugem da soja (*P. pachyrhizi*) (Tabela 9), proporcionando as plantas uma desfolha mais natural devido a menor influência da doença (Tabela 10).

TABELA 9 – Níveis médios de Severidade da Ferrugem Asiática em soja, cultivar BR 16, safra 2004/05, Ponta Grossa-PR

Tratamento	Aplicação <sup>1</sup>	Prévia	Avaliação			AACPD
			22 DAA*	29 DAA*	40 DAA*	Média
Testemunha	-	1,25 a	4,38 a	9,25 a	27,00 a	308,95 a
Tetraconazole 125EW	R2 e R5.1	0,88 a	0,93 b	1,63 b	5,38 b	67,25 b
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2 e R5.1	0,93 a	1,38 b	2,38 b	5,38 b	81,07 b
CV (%)		32,99	67,4	32,08	24,91	20,72

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Estádio fenológico.

\* DAA = dias após a primeira aplicação.

Embora a severidade da ferrugem represente um fator importante na redução da produtividade, nem sempre sua presença acarreta em prejuízos, uma vez que fatores como condições climáticas desfavoráveis após os primeiros sintomas e tolerância de cultivares podem amenizar os danos que a doença pode causar. Para tanto, observou-se que a baixa precipitação pluviométrica favoreceu a redução da doença na soja. Os danos na produtividade devido à desfolha na cultura da soja são funções da quantidade de folhas removidas e do estágio de desenvolvimento quando esta ocorre antes do florescimento, apresentando menor impacto na produtividade quando essa ocorre durante a formação de vagens e grãos (Fehr et al, 1981). A ferrugem reduz a área fotossintética não só pela desfolha direta como pelas lesões causadas nas folhas.

Nos ensaios realizados, verificou-se que a porcentagem de desfolha foi maior na testemunha quando comparado aos demais tratamentos com fungicidas. Todavia, não favorecendo aumento significativo de rendimento na soja tratada com fungicida. Mesmo não apresentando diferença significativa em relação ao rendimento, observou-se um acréscimo na produtividade de 622 e 833 kg.ha<sup>-1</sup> com a utilização de fungicida quando comparado a testemunha (Tabela 10).

TABELA 10 – Produtividade de soja em  $\text{kg.ha}^{-1}$  e peso de mil grãos (PMG) em gramas da cultivar BR 16, safra 2004/05, submetida a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas de aplicação nos referidos estádios fenológicos. Ponta Grossa-PR.

Tratamento	Aplicação	Desfolha* (%)	PMG (gramas)	Produtividade ( $\text{kg.ha}^{-1}$ )
Testemunha		53,75 a	227,50 a	2440 a
Tetraconazole125EW	R2 e R5.1	30,75 b	241,50 a	3062 a
Pyraclostrobin+epoxiconazole	R2 e R5.1	29,25 b	243,00 a	3273 a
CV (%)		13,93	10,47	15,81

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* Avaliação realizada no estágio R7 da cultura.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados permitem as seguintes conclusões:

- 1 - No controle químico da ferrugem da soja, verificou-se que o estágio fenológico da cultura poderá ser um indicativo de controle, no início da fase reprodutiva da planta (R1). Todavia, deve-se considerar a falta ou presença de sintomas iniciais da doença para a adoção deste critério.
- 2 - Para o controle da ferrugem asiática, a aplicação de fungicidas nos primeiros sintomas da doença, favoreceu os melhores resultados de eficácia, assim, ao surgimento dos primeiros sintomas, mesmo durante o estágio vegetativo (Vn) da soja, faz-se necessário a utilização dos fungicidas.
- 3 - A identificação da ferrugem da soja nos primeiros sintomas é importante para o controle químico eficiente da doença.
- 4 - A utilização do triazol (tetraconazole 125 EW) e mistura de triazol + estrobilurina (pyraclostrobin + epoxiconazole), apresentaram controle eficiente do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, favorecendo a redução do progresso da doença.
- 5 - Verificou-se que a utilização do controle químico da ferrugem da soja para a região de Palmeira (safra 2003/04) e Ponta Grossa (safra 2004/05), faz-se necessário aplicação única dos fungicidas estudados, no momento de baixa severidade da doença.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- 1 - Após a primeira aplicação de tetraconazole 125 EW e pyraclostrobin + epoxiconazole, deve-se avaliar a evolução da severidade da doença, considerando o estágio fenológico da planta e as interações climáticas, para a recomendação da necessidade de re-aplicações.
- 2 - É importante a identificação da ferrugem da soja nos estágios iniciais, uma vez que nessa fase o controle químico apresenta eficiência máxima.
- 3 - É de grande importância a utilização do controle químico racional e com critérios, através da alternância na utilização de grupos químicos e adoção do controle cultural (rotação de culturas, época de semeadura, espaçamento, adubação, entre outras), contribuindo com um manejo anti-resistência do patógeno ao fungicida.
- 4 - Simultaneamente ao controle químico, os esforços da pesquisa devem, também, estar voltados para a busca da melhoria da eficiência no controle da ferrugem asiática, através de várias estratégias tais como: estudos da influência da fertilidade do solo e planta, melhoria da tecnologia de aplicação, alteração de stand e espaçamento entre plantas, cultivares resistentes, tratamentos de sementes e a conscientização de técnicos e produtores.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. J. M; ANDRADE, D. F. A. A. Ferrugem asiática - uma ameaça à sojicultura brasileira. **Circular Técnica**. Dourados, n.11. 2002.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA SOJA 2000. **Brazilian Soybean Yearbook**. Passo Fundo: Palloti, p. 8-1, 2000.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA SOJA 2004, Cleiton Santos et al., Santa Cruz do Sul: Gazeta, p. 14, 2004.

ARIAS, C.A.A.; et al Inheritance of resistance of soybean to rust (*Phakospora pachyrhizi* Sidow). **Anais**, VII World soybean research conference, Foz do Iguaçu, PR, p 100, 2004.

BALARDIN, R. S. Armas contra a ferrugem. **Cultivar: grandes culturas**. Pelotas, n. 55, p. 20-23, 2003.

BROMFIELD, K. R.; HARTWIG, E. E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, n. 20, p. 254-255, 1980.

BROMFIELD, K.R. Differential reaction of some soybean accessions to *Phakopsora pachyrhizi*. **Soybean Rust News**, n.4, p. 2, 1981.

BROMFIELD, K. R. **Soybean Rust**. Monography 11. APS Press, St. Paul, p. 65. MN. 1984.

CARVALHO JUNIOR, A. A. de; FIGUEIREDO, M. B. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v. 26, p. 197-200, 2000.

DEKKER, J. Development of resistance to modern fungicides and strategies for its avoidance. In: LYR, H. (Ed.). **Modern selective fungicides: properties, applications, mechanisms of action**. 2. ed. New York: Gustav Fisher, 95. p. 23-38, 1995.

DESLANDES, J.A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**. Belo Horizonte, n.4, p. 337-339. 1979.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil (1998/99)**. Londrina: Centro nacional de pesquisa de soja (EMBRAPA – CNPSo), 1998.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C. E. **Stage of soybean development**. Iowa State University. Special report 80, March, p. 12. 1981.

FEHR, W.R; LAWRENCE, B.K. & THOMPSON, T.A. Critical stages of development for defoliation of soybean. **Crop Science**. Iowa: IOWA State University, n. 21, p.259-262. 1981.

FREDERICK, R. D.; SNYDER, C. L.; PETERSON, G. L.; BONDE, M. R. Polymerase chain reaction assays for the detection and discrimination of the soybean rust pathogens *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia*. **Phytopathology**, n. 92, p. 2, 217-227; 27 ref., 2002.



FORCELINI, C. A. A. ferrugem pode ser manejada. **Atualidades Agrícolas**. Porto Alegre, v. 3. p.8-11,2003.

GODOY, C. V., CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, n. 29, p. 97-101, 2004.

GODOY, C. V.; YORINORI, J. T. Ferrugem Asiática. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, n. 73, p. 19-20, 2003.

GODOY, C. V. **Resultados da rede de ensaios para controle químico de doenças na cultura da soja** - safra 2003/2004. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

GODOY, C. V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira** (no prelo).

HARTWIG, E.E. Identification of a fourth major genes conferring to rust in soybeans. **Crop Science** . Londrina, n. 26, p. 1135-1136, 1986.

HOFFMANN, L.L., A incidência de fungos associados com doenças de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**. Cascavel, n.24 (suplemento), p. 290, 2003.

JACCOUD FILHO, D.S.; et al. Ocorrência da Ferrugem da Soja na Região dos Campos Gerais do Paraná. In: Resumos XXIII. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. **Anais**. Londrina, PR, p. 109, 2001.

KILLGORE, E.; HEU, R. First report of soybean rust in Hhawaii. **Plant Disease**. St. Paul, v.78, n.12, p. 1216, 1994.

LEVY, C. Epidemiology and chemical control of soybean rust in southern Africa. **Plant disease**. St. Paul, v. 89, p. 669-674, 2005.

MARCHETTI, M. A.; MELCHING, J. S.; BROMFIELD, K. R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*, **Phytopathology** 66: 461 – 463. 1976.

MCLEAN, R.J.; BYTH, D.E. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*). In: Soybeans. **Australian Journal Agriculture Research**, n. 31, p. 951-956, 1980.

ONO, Y.; et al. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. **Mycological Research**, Great Brittan, n. 96, p. 825-850. 1992.

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean rust. In: Hartman, G.L.; Sinclair, J.B. & Rupe, J.C. (ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. St. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society, p. 25-26, 1999.

TECNOLOGIA de produção de soja – região central do Brasil, 2003. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste. **Embrapa Soja/ Sistemas de Produção 1, ESALQ**, 2004.

TSCHANZ, A. T.; WANG, T. C.; TSAI, B. Y. Recent advances in soybean rust research. **Phytopathology** pp. 237 – 245, 1985.

YAMAOKA, Y.; FUJIWARA, Y.; KAKISHIMA, M.; KATSUYA, K.; YAMADA, K.; HAGIWARA, H. Pathogenic races of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and wild host plants collected in Japan. **J. Gen. Plant Pathology**. n. 68, p. 52-56, 2002.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T.; DOWLER, W. M. & WANG, T.C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Phytopathology**, p.81, p.1420-1426, 1991.

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. Situação da Ferrugem Asiática da Soja no Brasil e na América do Sul. **Documentos** 236, Embrapa, Londrina, PR. p. 28, 2004.

YORINORI, J. T; PAIVA, W. M. **Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)** - alerta. Londrina: Embrapa Soja, 2002a.

YORINORI, J. T; PAIVA, W. M; FREDERICK, R. D.; FERNANDES., F. T. Fernando Jean. Natorugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01, **Anais**. II Congresso Brasileiro de Soja e Mercosoja 2002. Londrina: Embrapa Soja, p.94, 2002b.

YORINORI, J. T; PAIVA, W. M; FREDERICK, R.D. & FERNANDEZ, P.F.T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. **Anais**, Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu, p. 94, 2002c.

YORINORI, J. T; YORINORI, M.A.; GODOY, C.V. Seleção de cultivares de soja resistentes à ferrugem “asiática” (*Phakopsora pachyrhizi*). **Anais**, XXX Reunião Sul de Soja da Região Sul. Cuz Alta, RS, p. 94, 2002d.

YUJUN, T. 1986. Epidemiology of soybean rust in China. **Napompcht, B. & Subhadradandhu, S. New fronties in breeding research**. Bangkok: Kasetsart Univ. P., p. 813-822, 1986.

WRATHER, J.A, et al. Disease loss estimates for the 10 soybean producing contries. **Plant Disease**, p. 07-110. 1997.

## **ANEXOS**

ANEXO 1 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da *P. pachyrhizi* com diferentes princípios ativos, cultivar BRS 133, Palmeira-PR.

Tratamentos		Época de aplicação
1	testemunha	Sem aplicação
2	tetraconazole 125EW	V7
3	tetraconazole 125EW	V9
4	tetraconazole 125EW	R2 e R5.1
5	tetraconazole 125EW	R5.1
6	pyraclostrobin +epoxiconazole	V7
7	pyraclostrobin +epoxiconazole	V9
8	pyraclostrobin +epoxiconazole	R2 e R5.1
9	pyraclostrobin +epoxiconazole	R5.1

ANEXO 2 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da *P. pachyrhizi* com diferentes princípios ativos, cultivar CD 205, Palmeira-PR.

Tratamentos	Época de aplicação
1 testemunha	Sem aplicação
2 tetraconazole 125EW	R1
3 tetraconazole 125EW	R2 e R5.1
4 tetraconazole 125EW	R5.1
5 pyraclostrobin +epoxiconazole	R1
6 pyraclostrobin +epoxiconazole	R2 e R5.1
7 pyraclostrobin +epoxiconazole	R5.1

ANEXO 3 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da *P. pachyrhizi* com diferentes princípios ativos, cultivar FT *Abyra*, Palmeira - PR

Tratamentos		Época de aplicação
1	testemunha	Sem aplicação
2	tetraconazole 125EW	V8
3	tetraconazole 125EW	V8 e R2
4	tetraconazole 125EW	V8 e R2 e R5.1
5	tetraconazole 125EW	R2
6	tetraconazole 125EW	R2 e R5.1
7	tetraconazole 125EW	R5.1
8	pyraclostrobin +epoxiconazole	V8
9	pyraclostrobin +epoxiconazole	V8 e R2
10	pyraclostrobin +epoxiconazole	V8 e R2 e R5.1
11	pyraclostrobin +epoxiconazole	R2
12	pyraclostrobin +epoxiconazole	R2 e R5.1
13	pyraclostrobin +epoxiconazole	R5.1

ANEXO 4 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da *P. pachyrhizi* com diferentes princípios ativos, cultivar BR 16, Ponta Grossa, PR.

Tratamentos		Época de aplicação
1	testemunha	Sem aplicação
2	tetraconazole 125EW	R2 e R5.1
3	pyraclostrobin +epoxiconazole	R2 e R5.1

ANEXO 5 - Lista de tratamentos utilizados para verificar o controle químico da *P. pachyrhizi* com diferentes princípios ativos, cultivar BR 16, Ponta Grossa, PR.

Tratamentos		Época de aplicação
1	testemunha	Sem aplicação
2	tetraconazole 125EW	R2 e R5.1
3	pyraclostrobin +epoxiconazole	R2 e R5.1



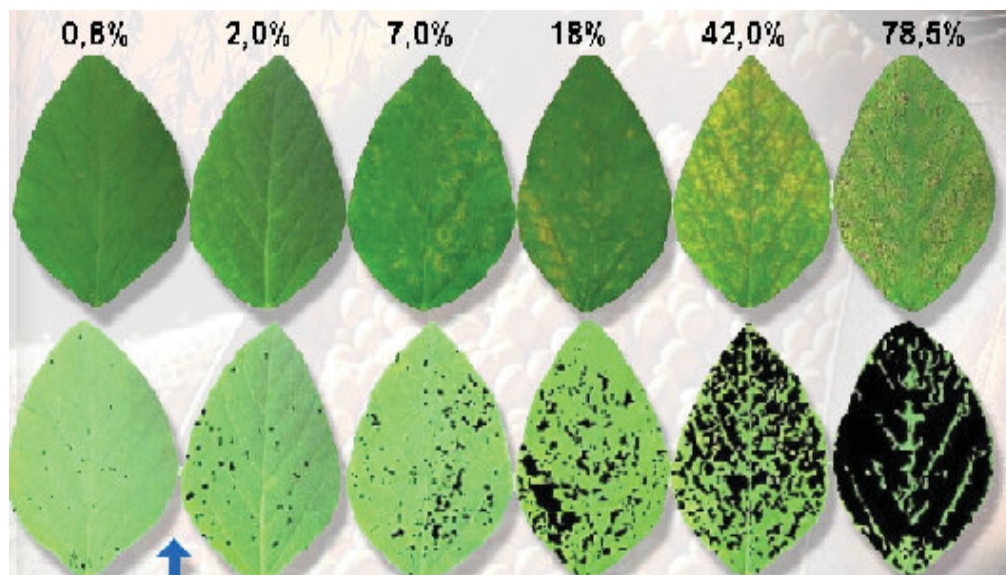
ANEXO 6 – Área experimental, fase final do ciclo da soja, Palmeira-PR.



ANEXO 7 – Momento da aplicação dos tratamentos.



ANEXO 8 – Escala diagramática utilizada para avaliação da severidade da *P. pachyrhizi*.



Fonte: Godoy e Canteri (no prelo)

ANEXO 9 – Fungicidas e doses registradas para o controle da ferrugem da soja  
(*Phakopsora pachyrhizi*). XXVI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central  
do Brasil. Ribeirão Preto, SP. 2004.

Nome comum	Nome comercial	Dose/ha	
		G de i.a. <sup>1</sup>	l ou kg de p.c. <sup>2</sup>
azoxystrobin	Priori	50	0,20
azoxystrobin + ciproconazole	Priori Xtra	60+24	0,30
ciproconazole + propiconazole	Artea	24+75	0,30
difenoconazole	Score 250 CE	50	0,20
epoxiconazole	Opus	50	0,40
pyraclostrobin + epoxiconazole	Opera	65,5+25	0,50
fluquinconazole	Palisade	62,5	0,25
flutriafol	Impact 125 SC	62,5	0,50
myclobutanil	Systane 250	100 - 125	0,40 - 0,50
tebuconazole	Orius 250 CE	100	0,40
tebuconazole	Folicur 200 CE	100	0,50
tetraconazole	Domark 100 CE	50	0,50
tetraconazole	Eminent 125 EW	50	0,40
trifloxystrobin + ciproconazole	Sphere	56,2 + 24	0,30
trifloxystrobin + propiconazole	Stratego	50 + 50	0,40

<sup>1</sup> g i.a. = gramas de ingrediente ativo.

<sup>2</sup> l ou kg de p.c. = litros ou kilogramas de produto comercial.

ANEXO 10 - Estádios de desenvolvimento da soja<sup>1</sup>.

Estádio	Descrição
..... I. Fase Vegetativa .....	
VC.	Da emergência a cotilédones abertos.
V1.	Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas.
V2.	Segundo nó; primeiro trifólio aberto.
V3.	Terceiro nó; segundo trifólio aberto.
Vn.	Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração.
..... II. Fase Reprodutiva (Observação na haste principal) .....	
R1.	Início da floração: até 50% das plantas com flor.
R2.	Foração plena: maioria dos racemos com flores abertas.
R3.	Final da floração: flores e vagens com até 1,5 cm.
R4.	Maioria das vagens no terço superior com 2-4cm.
R5.1.	Grãos perceptíveis ao tato a 10% da granação.
R5.2.	Maioria das vagens com granação de 10% - 25%.
R5.3.	Maioria das vagens entre 25% e 50% de granação.
R5.4.	Maioria das vagens entre 50% e 75% de granação.
R5.5.	Maioria das vagens entre 75% e 100% de granação.
R6.	Vagens com granação de 100% e folhas verdes.
R7.1.	Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens.
R7.2.	Entre 51% e 75% de folhas e vagens amarelas.
R7.3.	Mais de 76% de folhas e vagens amarelas.
R8.1.	Início a 50% de desfolha.
R8.2.	Mais de 50% de desfolha.
R9.	Ponto de maturação de colheita

<sup>1</sup> Fonte adaptado de: Ritchie et al. (1996)